

Les faibles doses de biomasses vertes de légumineuses, des bons substituts des engrais minéraux dans la maïsiculture à Lubumbashi ?

Hugues ILUNGA TABU^{1*}, Ben TSHIBUYI KASUBANDI², John BANZA MUKALAY¹,
Pierre SADIKI MBWISHA¹, Salvador NSENGA NKULU⁴, Michel MAZINGA KWEY³,
Luciens NYEMBO KIMUNI¹ et Louis BABOY LONGANZA^{1,5}

¹ Unité d'Amélioration des Plantes et Production Végétale, Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

² Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique, station de KIPOPO, RD Congo

³ Unité de Biotechnologie, Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

⁴ Unité d'Ecologie et Restauration du Paysage, Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

⁵ Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt 50, CP 169 B-1050 Bruxelles, Belgique

* Correspondance, courriel : ilungahugues8@gmail.com

Résumé

La fixation symbiotique d'azote est un atout majeur des légumineuses pour substituer aux engrais chimiques surtout pour les cultures exigeantes en azote comme le maïs. Le coût élevé des engrais minéraux limite leur utilisation pour les paysans qui pratiquent une agriculture de subsistance. De plus, ces engrais chimiques généralement utilisés acidifient les sols. Ainsi, cette étude a été initiée en vue d'évaluer les potentialités des faibles doses des biomasses à base de légumineuses à substituer aux engrais minéraux. Installé à la ferme Kasapa (Lubumbashi, RD Congo) suivant un dispositif en split plot, l'essai comprenait 2 variétés de maïs (Unilu et Bukudi Bukudi), 6 biomasses de légumineuses (*Albizia adiantifolia*, *Rhynchosia pycnostachya*, *Indigofera sutherlandioides*, *Acacia polyacantha*, *Albizia antunesiana* et *Adenodolichos rhomboideus*) comparées à deux témoins avec et sans fertilisation minérale. Trente-trois quintaux de matières fraîches ont été enfouis 13 jours avant le semis du maïs. La comparaison entre les 2 variétés de maïs a montré que la variété Unilu (222,6 g) a été performante que la variété Bukidibukidi (207,07 g) uniquement pour le poids de 1000 graines. La comparaison des fumures a montré que l'engrais minéral a induit une meilleure productivité (40,5 q/ha) et une grande hauteur (155,9 cm). Les légumineuses n'ont induit qu'une grande taille des plantes par rapport au témoin sans engrais. Cependant, les rendements restent similaires au témoin sans engrais. Les biomasses à base de *Rhynchosia pycnostachya* ont montré un rendement arithmétiquement supérieur au témoin sans engrais et à toutes les autres légumineuses.

Mots-clés : biomasse, substitut, engrais chimique, maïs, rendement, légumineuses.

Abstract

Does low doses of green biomass of leguminous, goods substitute of chemicals fertilizers in maize crops in Lubumbashi ?

Symbiotic nitrogen fixation is a main trump of leguminous to substitute chemical fertilizers especially for crops, such as maize, who require nitrogen. The high cost of chemical fertilizer is a constraint for peasants who practice subsistence agriculture. Moreover, chemical fertilizers used generally acidify soils. Thus, this study was initiated to evaluate the potential of low doses of leguminous biomass to substitute mineral fertilizers. Installed at Kasapa firm (Lubumbashi, RD Congo) in a split plot device. The trial contained two maize varieties (Unilu and BukudiBukudi), 6 leguminous biomass (*Albizia adiantifolia*, *Rhynchosia pycnostachya*, *Indigofera sutherlandioides*, *Acacia polyacantha*, *Albizia antunesiana* et *Adenodolichos rhomboideus*) compared to two checks with and without chemical fertilization. Thirty-three quintals of fresh matters have been buried 13 days before corn's sowing. The corn's varieties comparison showed that Unilu variety have high thousand weight (222.6 g) than Bukidibukidi variety (207.07 g). The manure comparison showed that chemical fertilizers produced the highest yield (40.5 q/ha) and height (155.9 cm). Leguminous induced tall height than control without chemical fertilizer, whereas yield was similar. The low doses of fresh matters of leguminous don't permit to increase, significantly, corn's yield. However the *Rhynchosia pycnostachya* showed, arithmetically, a high yield than other leguminous and check without fertilizer.

Keywords : *biomass, substitute, chemical fertilizer, maize, yield, leguminous.*

1. Introduction

Les statistiques de cette dernière décennie ont montré une forte croissance démographique de la population mondiale. Selon [1], d'ici 2050, elle va doubler, par conséquent, il est impératif de hausser la production des denrées alimentaires de base afin d'éviter le déséquilibre entre l'offre et la demande, surtout pour les pays en voie de développement. La recherche de l'autosuffisance contraint les paysans à utiliser les sols de manière anarchique [2]. Or leur surexploitation entraîne toujours leur appauvrissement en éléments nutritifs tel que l'azote et le phosphore, souvent cités comme responsable de la baisse de la productivité [3]. Comme la majorité des ferralsols, les sols de Lubumbashi sont pauvres et acides [4]. L'utilisation des engrais minéraux est un moyen couramment employé par les producteurs pour pallier à cette déficience en éléments. Bien que l'utilisation des engrais minéraux permette d'augmenter significativement le rendement en grain du maïs, leur rentabilité économique à faible dose est réduite [5]. A cela s'ajoute le coût élevé des engrais minéraux par rapport au faible revenu des paysans [6]. L'évidence de la recherche d'autres moyens de fertilisation pour améliorer la fertilité des sols et le rendement devient une nécessité [7]. Cependant, ces alternatives de fertilisation plus facilement accessibles aux paysans doivent aussi respecter l'environnement [8]. [9] ont montré que les amendements organiques jouent un rôle important sur les propriétés physiques du sol. De plus, [10] ont montré que l'altération des débris organiques permet d'améliorer considérablement le niveau des nutriments dans les sols. Cependant, les effets des engrais verts sur la formation des agrégats de sols et leur stabilité dépendent de leur composition chimique. Or Les légumineuses sont des plantes à forte capacité fixatrice d'azote atmosphérique, grande productivité de la biomasse [8], décomposition rapide suite à leur faible ratio C/N libérant ainsi d'importantes quantités d'azote à la culture subséquente [11]. Dans ce contexte, leur utilisation devient une alternative envisageable aux engrais azotés surtout pour les cultures gourmandes en azote comme le maïs [12]. L'évaluation de l'influence des biomasses vertes à base de légumineuses non alimentaires sur la productivité du maïs telle a été l'objectif assigné par ce travail.

Les objectifs spécifiques ont été (i) d'identifier la biomasse verte de légumineuse qui améliore mieux la productivité du maïs, (ii) d'identifier la variété de maïs qui réagit mieux aux apports de biomasse verte. Dans ce travail, les hypothèses retenues sont (1) l'apport des engrais verts à base de légumineuses permettrait d'augmenter le rendement en grain du maïs; (2) les différentes espèces de légumineuses induiraient des différences dans le comportement du maïs et que (3) les variétés d'une même espèce réagiraient différemment aux apports de différentes espèces de légumineuses.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu

L'étude a été conduite à la ferme Kasapa (UNILU), située à 1243 m d'altitude, 11°39' de latitude Sud et 27°28' de longitude Est, au cours de la saison culturale 2013-2014. L'aire agricole de la ferme Kasapa, jouit du même climat que la ville de Lubumbashi et appartient au type Cw6 suivant le système de la classification de [13], est caractérisée par l'alternance d'une saison pluvieuse (novembre à mai) et une saison sèche (mai à septembre), avec octobre et avril comme les mois de transition [4]. Juillet et août sont les mois les plus secs. La moyenne des précipitations annuelle est de 1270 mm avec une saison de pluie de 118 jours, alors que la température moyenne annuelle est d'environ 20°C avec une grande stabilité interannuelle. Le 22 taux d'humidité moyenne est de 62 % avec un niveau d'humidité minimum moyenne de 52 % en saison sèche (juin – août) et un maximum de 80 % durant la saison pluvieuse (novembre – mai). Les sols de Lubumbashi et ses environs appartiennent à la catégorie de ferralsol [14]. Les conditions climatiques ayant prévalu au cours de l'essai sont données dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Données climatiques de la période d'essai

Périodes et paramètres climatiques		2013		2014		
		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Précipitations	Quantité (mm)	247,5	277,5	331,6	157,8	113,5
	Nombre de jours de pluies	16	18	22	13	8
Température (°C)	Maximum	31,5	32,0	29,8	30,5	29,1
	Moyenne	21,2	21,3	21,9	21,4	20,8
	Minimum	16,0	15,6	14,8	16,0	14,8
Humidité relative (%)		84	87	88	85	81

Source : Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (METTELSAT)/station de la Luano

2-2. Matériel

Le matériel végétal utilisé est composé de deux variétés de maïs (Unilu et Bukidi-Bukidi) vulgarisée et cultivée dans la région de Lubumbashi. Les biomasses vertes de légumineuses non alimentaires (*Albizia adiantifolia*, *Rhynchosia pycnostachya*, *Indigofera sutherlandioides*, *Acacia polyacantha*, *Albizia antunesiana* et *Adenodolichos rhomboideus*).

2-3. Méthodes

L'essai a été installé suivant un dispositif en split plot. Les traitements, en trois répétitions, consistaient en deux variétés de maïs (Unilu et Bukidi-Bukidi) et six légumineuses qui ont été comparées aux témoins sans engrais minéral et avec engrais minéral. Les légumineuses ont été enfouies 13 jours avant semis à une dose de 3 kg par parcelle soit 3300 kg/ha de biomasse. Les travaux du sol (labour et hersage) ont été effectués à l'aide des machines agricoles à une profondeur d'environ 30 cm. Le semis est intervenu en date du 21/12/2013, aux écartements de 0,75 m x 0,25 m, soit une densité de 53 333 plants/ha. 300 Kg de NPK + 200 kg d'urée/ha ont été épandus respectivement comme engrais de fond et engrais d'appoint (0 jour et 30 jours après semis) sur la parcelle témoin avec engrais. Au cours de l'essai, le taux de levée, les jours à la floraison mâle et les hauteurs (à l'insertion de l'épi et plante) ont été prélevés. A la récolte, le poids des grains par épi, le poids de 1000 grains et le rendement en maïs grain ont été déterminés. Les données brutes sur les paramètres végétatifs et de rendement ont été traitées par l'analyse de la variance (ANOVA) avec test de tukey pour la séparation des moyennes ($P = 0,05$)

3. Résultats

3-1. Influence des fumures et de la variété sur la croissance végétative du maïs

Tableau 2 : Influence des légumineuses sur la croissance du maïs

Variété	Traitement	TL	JFM	HIM	HIE	RV
BUKIDIBUKIDI	T0	84,0 ±6,9	71,3 ±1,1	105,4 ±23,0	41,4 ±11,9	64,5 ±11,7
	T1	75,3 ±5,5	70,0 ±2,6	123,8 ±43,7	51,4 ±33,1	77,6 ±5,0
	T2	78,9 ±15,1	70,3 ±0,5	122,0 ±22,5	53,4 ±13,0	74,2 ±7,2
	T3	69,6 ±19,2	69,3 ±0,5	125,6 ±14,3	55,4 ±7,4	85,0 ±1,7
	T4	75,3 ±8,6	70,6 ±1,5	128,9 ±27,2	55,9 ±17,1	76,9 ±10,2
	T5	67,1 ±4,7	71,0 ±1,0	112,4 ±11,8	47,0 ±6,8	83,7 ±12,3
	T6	81,5 ±7,7	69,6 ±2,0	131,4 ±29,0	61,2 ±15,5	78,4 ±9,4
	T7	65,6 ±21,2	64,3 ±2,8	158,2 ±24,5	79,2 ±19,5	86,5 ±7,7
	Moyenne	74,7 ± 12,3	69,5 ± 2,5	126,0 ± 26,4	55,6 ± 18,08	78,3 ± 10,0
UNILU	T0	72,2 ±14,0	71,3 ±1,1	107,7 ±13,7	41,2 ±7,5	67,8 ±18,8
	T1	74,8 ±19,1	70,6 ±1,1	128,6 ±10,0	54,0 ±8,2	75,5 ±17,9
	T2	73,3 ±9,8	70,6 ±1,5	115,7 ±19,8	45,2 ±10,8	72,0 ±14,9
	T3	83,0 ±12,5	69,0 ±1,7	136,1 ±25,3	57,7 ±15,4	76,1 ±8,6
	T4	68,1 ±26,9	69,3 ±0,5	128,5 ±13,3	46,0 ±12,0	67,1 ±10,7
	T5	74,3 ±23,3	69,0 ±2,0	130,0 ± 16,4	54,6 ±13,0	74,5 ±10,8
	T6	86,1 ±12,0	70,3 ±0,5	125,8 ±10,5	50,7 ±7,6	57,2 ±8,4
	T7	66,6 ±7,8	63,0 ±1,0	153,6 ±17,8	71,1 ±11,5	81,7 ±10,4
	Moyenne	74,8 ± 15,5	69,1 ± 2,7	128,2 ± 18,9	52,5 ± 12,8	71,5 ± 13,1
Moyenne des traitements	T0	78,1 ±11,8	71,3 ±1,0a	106,5 ±16,9c	41,3 ±8,9c	66,1 ±14,1
	T1	75,0 ±12,6	70,3 ±1,8a	126,2 ±28,5b	52,7 ±21,6b	76,5 ±11,8
	T2	76,1 ±11,8	69,1 ±1,1a	118,9 ±19,3b	49,3 ±11,6b	73,1 ±10,5
	T3	76,3 ±16,2	69,1 ±1,1a	130,9 ±19,2b	56,6 ±10,9b	80,5 ±7,4
	T4	71,7 ±18,2	70,0 ±1,2a	128,7 ±19,1b	50,9 ±14,3b	72,0 ±10,7
	T5	70,7 ±15,5	70,0 ±1,7a	121,2 ±16,0b	50,8 ±10,2b	79,1 ±11,5
	T6	83,8 ±9,3	70,0 ±1,4a	128,6 ±19,7b	55,9 ±12,4b	67,8 ±14,1
	T7	66,1 ±14,3	63,6 ±2,0b	155,9 ±19,3a	75,1 ±15,0a	84,1 ±8,6
	Effet de la variété	0,992	0,591	0,733	0,503	0,066
	Effet de traitements	0,525	0,000	0,015	0,012	0,172
	Interaction	0,756	0,17	0,284	0,192	0,293

Légende 1 : T0 = sans engrais ; T1 = *Albizia adiantifolia*; T2 = *Rhynchosia pycnostachya*; T3 = *Indigofera sutherlandioides*; T4 = *Acacia polyacantha*; T5 = *Albizia antunesiana*; T6 = *Adenodolichos rhomboideus*; T7 = 300 kg NPK + 200kg urée.

Moyennes \pm écart-type. Les différentes lettres indiquent de différences significatives après le test de Tukey. P : Probabilité ; TL : taux de levée ; JFM : jours à la floraison mâle ; HP : Hauteur de la Plante ; RV : résistance à la verse

L'apport des différentes fumures (organiques et inorganiques) a influencé significativement tous les paramètres végétatifs, excepté le taux de levée et la Résistance à la verse. Les parcelles fertilisées ont produit des plantes des grandes tailles. Légumineuses ont induit une faible hauteur que les engrais chimiques mais supérieur au témoin sans engrais. En outre, la floraison précoce a été observée sur les parcelles aux engrais minéraux. Cependant, l'interaction entre les variétés de maïs et les fumures montre une différence non significative pour tous les paramètres observés (**Tableau 2**).

3-2. Influence de Fumure et variété de maïs sur le rendement

Le **Tableau 3** montre que la parcelle sans engrais et celles fertilisées avec les légumineuses ont donné des poids de 1000 grains, le poids de grains par épi et le rendement similaires entre eux et inférieurs au traitement avec engrais minéral. La comparaison entre les deux variétés a montré que seul le poids de 1000 grains a été significativement différent. La variété Unilu a affiché un poids de 1000 grains et le rendement supérieurs à ceux de la variété Bukidi-Bukidi. Par ailleurs, l'interaction Variétés X Fumure a été significativement différente uniquement pour le poids de 1000 grains et le nombre d'épi par plant.

Tableau 3 : Influence des légumineuses sur le rendement du maïs

Variété	Traitement	PMG	NEP	PGE	RDT
BUKIDIBUKIDI	T0	226,2 \pm 28,8	1,8 \pm 0,28	41,1 \pm 16,1	21 \pm 8
	T1	190,6 \pm 10,0	1,0 \pm 0,0	38,5 \pm 12,6	15 \pm 3
	T2	220,4 \pm 23,7	1,1 \pm 0,2	41,2 \pm 15,8	22 \pm 8
	T3	186,9 \pm 15,2	1,3 \pm 0,5	31,6 \pm 10,7	16 \pm 5
	T4	196,7 \pm 10,0	1,2 \pm 0,2	40,3 \pm 7,5	21 \pm 4
	T5	197,8 \pm 16,5	1,0 \pm 0,0	34,4 \pm 8,0	18 \pm 4
	T6	196,3 \pm 5,5	1,0 \pm 0,1	32,1 \pm 12,7	17 \pm 6
	T7	241,4 \pm 25,6	1,7 \pm 0,5	74,3 \pm 23,4	39 \pm 12
	Moyenne	207,07 \pm 24,4b	1,2 \pm 0,4	41,7 \pm 17,6	21 \pm 9
UNILU	T0	208,3 \pm 25,0	1,0 \pm 0,0	48,2 \pm 27,7	25 \pm 14
	T1	211,5 \pm 15,1	1,2 \pm 0,2	40,9 \pm 20,5	21 \pm 10
	T2	232,1 \pm 19,6	1,0 \pm 0,05	54,4 \pm 12,2	29 \pm 6
	T3	211,9 \pm 11,8	1,4 \pm 0,5	49,1 \pm 13,1	26 \pm 7
	T4	227,6 \pm 26,7	1,2 \pm 0,2	42,9 \pm 19,0	22 \pm 10
	T5	221,6 \pm 29,5	1,4 \pm 0,5	39,2 \pm 16,7	20 \pm 8
	T6	222,2 \pm 21,5	1,06 \pm 0,1	50,1 \pm 22,6	26 \pm 12
	T7	245,5 \pm 21,3	1,8 \pm 0,2	78,8 \pm 11,6	42 \pm 6
	Moyenne	222,6 \pm 21,8a	1,2 \pm 0,3	50,5 \pm 19,6	26 \pm 10
Moyenne des traitements	T0	217,3 \pm 26,0b	1,4 \pm 0,4b	44,7 \pm 20,6b	23 \pm 11b
	T1	201,1 \pm 16,2b	1,1 \pm 0,1c	39,7 \pm 15,3b	18 \pm 8b
	T2	226,3 \pm 20,5b	1,0 \pm 0,1c	47,8 \pm 14,5b	25 \pm 7b
	T3	199,4 \pm 18,3b	1,3 \pm 0,4b	40,3 \pm 14,4b	21 \pm 7b
	T4	212,1 \pm 24,7b	1,2 \pm 0,2c	41,6 \pm 13,0b	22 \pm 6b
	T5	209,7 \pm 25,0b	1,2 \pm 0,4c	36,8 \pm 12,0b	19 \pm 6b
	T6	209,2 \pm 20,0b	1,0 \pm 0,1c	41,1 \pm 19,1b	21 \pm 10b
	T7	243,4 \pm 21,2a	1,7 \pm 0,3a	76,5 \pm 16,7a	40 \pm 8a
Effet de la variété		0,025	0,912	0,111	0,072
Effet de traitements		0,025	0,013	0,003	0,002
Interaction		0,025	0,013	0,052	0,03

Légende : T0 = sans engrais ; T1 = *Albizia adiantifolia*; T2 = *Rhynchosia pycnostachya*; T3 = *Indigofera sutherlandioides*; T4 = *Acacia polyacantha*; T5 = *Albizia antunesiana*; T6 = *Adenodolichos rhomboideus*; T7 = 300 kg NPK+ 200 kg urée.

Moyennes \pm écart-type. Les différentes lettres indiquent de différences significatives après le test de Tukey. P : Probabilité ; PGE : Poids moyen de grains par épi (g) ; PMG : poids de 1000 grains (g) ; NEP : Nombre d'épis/pied ; RDT : rendement en maïs grain (tonnes par hectare).

4. Discussion

4-1. Influence du l'engrais vert sur le comportement du maïs

Les résultats obtenus des analyses ont montré que seuls le taux de levée et la résistance à la verse ont été similaires entre les traitements. Le taux de levée a varié de 66,1 (T5) % et 78, 1 (T0) pour l'ensemble des traitements. Cette faible levée serait due aux conditions extrinsèques telles que la température. En effet, La germination est la phase physiologie induisant la levée des graines. Son caractère polygénique et quantitatif car étant gouverné par plusieurs facteurs intrinsèques (la dormance, la perméabilité du testa à l'eau et à l'oxygène, la qualité des graines, etc.) et les facteurs environnementaux (eau, oxygène, température, lumière) [15]. Bien que la température soit un facteur écologique important de la germination [16], son excès entrave la levée [17]. Or, la décomposition de débris végétaux et des engrais chimiques s'accompagne toujours d'une forte augmentation de la température du sol. Cette chaleur libérée lors de décomposition pourrait avoir brûlé l'embryon des certaines graines. La résistance à la verse, est un caractère influençant directement le rendement du maïs. Elle est influencée par la hauteur de la plante, la hauteur à l'insertion de l'épi, le diamètre au collet ainsi qu'au poids de l'épi. Dans les conditions de fort vent, les épis des plantes sensibles à la verse tombent, pourrissent ou sont ravagés et constitue une perte de récolte. Ainsi, [18] suggère l'utilisation des plantes de faible hauteur. La hauteur de la plante et la floraison, respectivement caractère quantitatif [18] et caractère génotypique [12] mais pouvant être influencés par la disponibilité et la quantité de l'azote [5]. Le résultat enregistré (**Tableau 1**) montre que les biomasses vertes ont induits des hauteurs supérieures aux traitements sans fumures et inférieures aux engrais minéraux. La quantité d'azote apportée serait la principale cause.

En effet, [5] ont montré que l'accroissement de la hauteur des plantes était directement proportionnel à la quantité d'azote apportée. Or, les matières organiques fournissent, à la plante, une multitude de nutriments à faible dose [19]. Ce phénomène combiné à l'utilisation des faibles quantités des matières fraîches (3,3 t/ha), entraîne une faible disponibilité de l'azote par rapport aux engrais minéraux. Ce qui expliquerait la grande taille observée sur les parcelles ayant reçues l'engrais minéral. Par ailleurs, le *Rhynchosia pycnostachya*, prise isolément, induit une faible hauteur du maïs. L'efficacité de son action est fonction de la nature de son résidu (rapport C/N) et de la disponibilité en minéraux du sol [20]. Le faible rendement, le poids de 1000 graines, le poids moyen d'épi observés sur les parcelles aux engrais verts seraient fonctions de la quantité des matières fraîches appliquées (3,3 t/ha). [21] ont démontré que la minéralisation s'effectue pendant toute la saison de végétation et la disponibilité des nutriments doit coïncider avec le cycle de croissance des cultures. La synchronisation entre la libération des nutriments et leurs assimilations par les plantes sont des facteurs limitant dans l'utilisation des biomasses vertes. Le synchronisme est fortement lié à la vitesse de dégradation de la matière organique, au climat, à la nature de la biomasse, à la composition de la biomasse ainsi que sa période d'incorporation [22]. Or les légumineuses ont un ratio C/N est faible [11], se décomposant rapidement, libérant ainsi d'importantes quantités d'azote à la culture subséquente [23]. De plus, l'azote est élément très mobile dans le sol [12], volatile et facilement lessivable [24] surtout dans les régions de fortes températures comme les régions tropicales [25]. Son besoin, en grande quantité, pour la culture du maïs augmente entre 14 jours avant floraison et 21 jours après floraison [18]. Tous ces facteurs combinés à des faibles doses des matières fraîches (3,3 t/ha) ont entraîné une faible productivité.

Même si, dans leur ensemble, les Légumineuses induisent un rendement similaire au témoin absolu, il n'en demeure pas moins que les variabilités arithmétiques de productivité observées dans les différentes parcelles sont fonction des espèces utilisées. En effet, le *Rhynchosia pycnostachya* qui, prise isolément, stimule mieux la productivité du maïs. Par ailleurs, La faible production des sols témoins peut être attribuée aux facteurs caractéristiques des sols acides : pH acide, toxicité Al et Mg, déficiences en nutriments (Ca, Mg, P, etc.) [25].

4-2. Influence de la variété et de leur interaction sur le comportement du maïs

La comparaison entre les deux variétés (Unilu et Bukidi-Bukidi) montre un comportement similaire pour l'ensemble des observations excepté le poids de 1000 grains. Cela en revanche, plus le poids de 1000 grains est faible, plus faible sera la quantité de semence à utiliser par hectare [26]. La variété Bukidibukidi démontre des performances très appréciables d'autant plus qu'avec des faibles quantités de semences à l'hectare l'on peut produire un rendement similaire à la variété Unilu déjà acceptée comme variété locale améliorée [26]. Elle peut être un substitut valable de la variété Unilu dans la région de Lubumbashi. L'interaction variétés X Fumures a montré que les effets variétaux ont masqués ceux des fumures pour tous les paramètres observés, excepté le poids de 1000 grains et le Nombre d'épi par plant qui sont des caractères génétiques, permettant de différencier les variétés.

5. Conclusion

Cette étude a été initiée en vue d'évaluer les effets des faibles doses des biomasses vertes à base de légumineuses sur le comportement de deux variétés de maïs. Les caractères agronomiques tels que la densité, le taux de levée, la hauteur de plante, le jour à la floraison, la résistance à la verse, le poids moyen d'épis, le poids de 1000 grains et le rendement ont été évalués. Les fumures organiques et minérales ont améliorées les accrus la taille des plantes. Seul l'engrais minéral a accru significativement le rendement. Cependant, le *Rhynchosia pycnostachya* induit une productivité du maïs arithmétiquement supérieur aux autres légumineuses. La variété Unilu a été similaire à la variété Bukidibukidi, excepté le poids de 1000 grains où la variété Unilu a été meilleure. En examinant l'interaction Variétés X Espèces, on constate que les effets de la variété ont masqué ceux de l'espèce pour ceux de la variété du maïs. Cette étude a démontré l'incapacité des faibles doses de biomasses vertes à améliorer le rendement du maïs sur un sol ferrallitique.

Références

- [1] - M. R. ROSEGRANT, C. RINGLER, T. B. SULSER, M. EWING, A. PALAZZO, T. ZHU, Agriculture and food security under global change : Prospects for 2025/2050 (Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute) (2009).
- [2] - T. OUTENDE, T. KOFFI, A. KOKOU, K. LANKONDJOA, T. GADO, K. KOFFI et G. BABA, Effets de la biomasse et du compost de *Cassia occidentalis* L. sur la croissance en hauteur, le rendement du maïs (*Zeamays* L.) et la teneur en NPK d'un sol dégradé en station expérimentale. *European Scientific Journal* 10 (3) (2014) 294-308.
- [3] - A. BUERKET, A. BATIONO AND H. P. PIEPHO, Efficient Phosphorus application strategies for increased crop production in Sub-Saharan West Africa. *Field Crop Res.* 72 (2001) 1-15.

- [4] - E. KASONGO LENGE, T. MWAMBA MULEMO, M. P. TSHIPOYA, M. J. MUKALAY, S. Y. USENI, K. M. MAZINGA ET K. L. NYEMBO, Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journal of Applied Biosciences* 63 (2013) 4727-4735.
- [5] - L. NYEMBO KIMUNI, Y. USENI SIKUZANI, M. MPUNDU MUBEMBA, D. BUGEME MUGISHI, E. KASONGO LENGE et L. BABOY LONGANZA, Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud Est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences* 59 (2012) 4286-4296.
- [6] - T. GALLA, M. CAMARA, A. YAO KOUAME et Z. KELI, Rentabilité des engrais minéraux en riziculture de plateau : cas de la zone de Gagnoa dans le centre ouest de la Cote d'Ivoire. *Journal of applied bioscience* 46 (2011) 3153-3162.
- [7] - Y. USENI, M. CHUKIYABO, J. TSHOMBA, E. MUYAMBO, P. KAPALANGA, F. NTUMBA, P. KASANGIJ, K. KYUNGU, L. BABOY, L. NYEMBO et M. MPUNDU, Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*. 66 (2013) 5070-5081.
- [8] - T. AKEDRIN, K. N'GUESSAN, E. AKE-ASSI et S. AKE, Effet de Légumineuses herbacées ou sub-ligneuses sur la productivité du maïs. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 8 (2010) 953- 963.
- [9] - Y. USENI, I. MWAMBA, T. MWAMBA, K. NTUMBA, J. LWALABA, M. ASSANI, A. KANYENGA et L. BABOY, Amélioration de la qualité des sols acides de Lubumbashi (Katanga, RD Congo) par l'application de différents niveaux de compost de fumiers de poules. *Journal of Applied Biosciences*. 77 (2014) 6523-6533.
- [10] - F. KAHO, M. YEMEFACK, T. FEUJIO et J. TCHANTHAOUANG, Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*. 29 (1)(2011) 39-45.
- [11] - G. HUBER and C. SCHAUB, *La fertilité des sols : L'importance de la matière organique*. *Agricultures et territoires*, Chambre d'agriculture Bas-Rhin, Paris (2011) 46p.
- [12] - L. NYEMBO, Y. USENI, M. CHUKIYABO, J. TSHOMBA, F. NTUMBA, E. MUYAMBO, P. KAPALANGA, M. MPUNDU, D. BUGEME, L. BABOY, Rentabilité économique du fractionnement des engrais azotés en culture de maïs (*Zea mays* L.) : cas de la ville de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*. 65 (2013) 4945-4956.
- [13] - F. MUNYEMBA KANKUMBI, *Quantification et modélisation de la dynamique paysagère dans la région de Lubumbashi : évaluation de l'impact écologique des dépositions issues de la pyrometallurgie*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi (2010) 284p.
- [14] - B. MUJINYA, F. MEES, H. ERENS, M. DUMON, G. BAERT, P. BOECKX, M. NGONGO and E. VAN RANST, Clay composition and properties in Macrotermes termite mounds of the Lubumbashi area, D.R. Congo. *Geoderma*. 192 (2013) 304-315.
- [15] - A. AYA, V. IRIE, L. KOUAME et A. IRIE, Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines : implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sciences & Nature*. 8 (1) (2011) 119-137.
- [16] - J. BOVE, M. JULLIEN and P. GRAPPIN, Functional genomics in the study of seed germination. *Gen. Biol.* 3 (1) (2001) 10021-10025.
- [17] - B. BADU-APRAKU, J. ABAMU, A. MENKIR, M. FAKOREDE and K. OBENG-ANTWI, Genotype by environment interactions in the region early maize variety trials in West and Central Africa, *Maydica* 48 (2003) 93-104.
- [18] - L. NYEMBO KIMUNI, *Augmentation du rendement du maïs (Zea mays L.) par l'exploitation de l'effet hétérosis des hybrides produits au Katanga, République Démocratique du Congo*. Thèse présenté en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques (2010) 197p.

- [19] - Fao, *Les engrais et leurs applications : Précis à l'usage des agents de vulgarisation agricole*. 4^{ème} éd. Institut mondial du phosphate. Rabat (2003) 84p.
- [20] - S. WANI, P. RUPELA and K. LEE, Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. *Plant and Soil* 174 (1995) 29-49.
- [21] - N. VAGSTAD, A. BROCH-DUE, I. LYMGSTAD, Direct and residual effects of pulp and paper mill sludge on crop yield and soil mineral. *Soil use and management* 17 (2001) 173-178.
- [22] - L. MAHLER et H. HEMANDA, Evaluation of nitrogen fertilizer value of plant materials to spring wheat production. *Agron. Journal* 85 (1993) 305-309.
- [23] - H. JANZEN, J. BOLE, V. BIEDERBERK et A. SLINKARD, Fate of N applied as green manure or ammonium fertilizer to soil subsequently cropped with spring wheat at three sites in Western Canada. *Can. J. Soil Sci.* 70 (1990) 313-323.
- [24] - Fao, *Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols*. Manuel de formation, Projet Intrants, Niger (2005) 24p.
- [25] - C. MULAJI KYELA, *Utilisation des composts de bios déchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo)*. Thèse de doctorat, université de Liège- Gembloux Agro-Bio Tech. (2011) 220p.
- [26] - Y. USENI SIKUZANI, L. BABOY LONGANZA, L. NYEMBO KIMUNI et M. MPUNDU MUBEMBA, Effets des apports combinés de bios déchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 54 (2012) 3935-3943.